

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 44 26 695 A 1**

21 Aktenzeichen: P 44 26 695.2
22 Anmeldetag: 28. 7. 94
43 Offenlegungstag: 29. 6. 95

51 Int. Cl.⁶:
H 01 B 19/02
H 01 B 3/08
H 01 B 3/12
H 01 B 3/40
H 01 B 3/42
H 01 B 3/44
H 01 B 3/46
H 01 B 3/50
B 29 C 35/08
B 29 C 35/02
H 02 K 15/10

DE 44 26 695 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31
22.12.93 DE 43 43 846.6

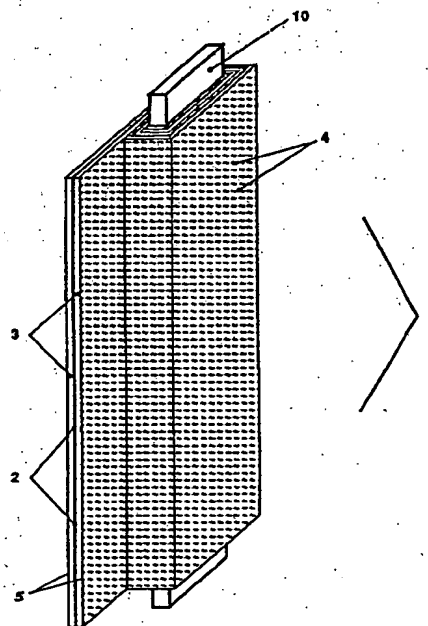
71 Anmelder:
ABB Patent GmbH, 68309 Mannheim, DE

72 Erfinder:
Baler, Michael, Dipl.-Ing., 68309 Mannheim, DE;
Oetzmann, Henning, Dr., 69207 Sandhausen, DE;
Klee, Peter, Dipl.-Ing., 69483 Wald-Michelbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Herstellung einer Isolation

57 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer Isolation (1) für ein elektrisch leitendes Bauteil (10). Hierfür wird ein Isolationsmaterial (5) verwendet, das gegen die Beschädigung durch Teilentladung elektrischer Felder geschützt ist. Zur Ausbildung des Isolationsmaterials (5) wird ein Trägermaterial (2), das auf seiner Oberfläche ein- oder beidseitig einen isolierenden Belag (3) aufweist, mit einer chemischen Verbindung (4) imprägniert. Dies wird zur Verfestigung des Isolationsmaterials (5) und zur dauerhaften Verbindung der Isolation (1) mit dem Bauteil (10) durch Strahlungspolymerisation und/oder durch Zufuhr von Wärme ausgehärtet.



DE 44 26 695 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 95 508 026/576

7/37

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer Isolation für elektrisch leitende Bauteile gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Eine solche Isolation ist besonders für Bauteile von rotierenden elektrischen Maschinen geeignet. Die bis jetzt bekannten Isolationen dieser Art werden durch Glasgewebebänder gebildet, die einen Belag aus Glimmer aufweisen. Hiermit werden die Schäden an der Isolation gemindert, welche durch Teilentladungen elektrischer Felder beispielsweise in Lufteinschlüssen der Isolation verursacht werden. Die mit dem Belag versehenen Gewebebänder werden um die zu isolierenden Bauteile gewickelt. Die Verfestigung des Isolationsmaterials und seine dauerhafte Verbindung mit dem Bauteil erfolgt mit Hilfe eines Harzes.

Bei einem bekannten Verfahren werden die Bänder vor dem Wickeln mit dem Harz imprägniert. Das Harz wird vor dem Wickeln vorgetrocknet und nach dem Wickeln ausgehärtet. Die Aushärtung des Harzes erfolgt durch heißes Pressen in Formwerkzeugen.

Bei einem anderen bekannten Verfahren werden die mit Glimmerbelag versehenen Glasgewebebänder unmittelbar um die zu isolierenden Bauteile gewickelt. Das Harz wird anschließend mittels Vakuum-/Druckimprägnierung in die Isolation eingebracht und thermisch ausgehärtet. Beide Verfahren sind arbeits- und kostenintensiv. Bei dem zuletzt beschriebenen Verfahren müssen aus produktionstechnischen Gründen große Mengen Flüssigharz bevorratet und gewartet werden, was ein Gefahrenpotential für die Arbeitsbereiche und die Umwelt bedeutet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren aufzuzeigen, mit dem eine Isolation für elektrisch leitende Bauteile unter Umgehung der eingangs genannten Nachteile energie- und zeitsparend sowie kostengünstig und umweltfreundlich hergestellt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst ein Isolationsmaterial aus einem Trägermaterial in Form von Bändern, Folien oder Matten gefertigt. Diese werden beispielsweise aus Glasgewebe, Polyetheretherketon, Polyethylenaphthalat oder Polysulfon hergestellt. Das Trägermaterial ist ein oder beidseitig mit einem Belag aus SiO_x , Al_2O_3 , Cr_2O_3 oder Glimmer versehen, wobei x einen Wert von 2 oder kleiner annehmen kann. Mit Hilfe dieses Belages werden Schäden an der Isolation gemindert, welche durch Teilentladungen elektrischer Felder beispielsweise in Lufteinschlüssen der Isolation verursacht werden können. Das Isolationsmaterial wird anschließend mit einer chemischen Verbindung imprägniert. Diese wird so gewählt, daß sie mittels Strahlungspolymerisation, mittels Strahlungspolymerisation und der Zufuhr von Wärme oder auch nur thermisch ausgehärtet werden kann. Die chemische Verbindung wird so gewählt, daß ihre Polymerisation mittels UV-Strahlung oder Elektronenstrahlung aktiviert werden kann. Die Aktivierung der Polymerisation erfolgt mittels UV-Strahlung, die vorzugsweise eine Wellenlänge zwischen 200 nm bis 500 nm aufweist. Die Verwendung von Elektronenstrahlung in einem Bereich zwischen 150 keV bis 4,5 MeV ist ebenfalls möglich. Erfindungsgemäß kann das Isolationsmaterial auch mit einer organisch modifizierten Keramik imprägniert werden. Der organische Anteil dieser Keramik besteht aus Ep-

oxid-, Acrylat- oder Vinylgruppen. Die Polymerisation des organischen Anteils in der Keramik wird ebenfalls durch Strahlungspolymerisation mit oder ohne Zufuhr von Wärme oder ausschließlich mittels Zufuhr von Wärme bewirkt. Wird das Isolationsmaterial mit einer modifizierten Keramik imprägniert, so kann gegebenenfalls auf einen Belag der obenbeschriebenen Art verzichtet werden, da die Keramik selbst in der Lage ist, Schädigungen durch Teilentladungen zu mindern. Mit Hilfe der modifizierten Keramik ist es auch möglich, die Beläge aus Glimmer dauerhaft mit dem Trägermaterial für die Fertigung des Isolationsmaterials zu verbinden.

Das Verfestigen und Verbinden des imprägnierten Isolationsmaterials mit dem zu isolierenden Bauteil kann beispielsweise dadurch erreicht werden, daß das imprägnierte Isolationsmaterial zunächst bestrahlt und anschließend um das zu isolierende Bauteil gewickelt wird. Durch geeignete Wahl der chemischen Verbindung, welche für die Imprägnierung verwendet wird, kann erreicht werden, daß die Polymerisation und Aushärtung während und nach dem Wickeln bei Raumtemperatur abläuft.

Das Isolationsmaterial kann auch mit einer solchen Imprägnierung versehen werden, bei der die Polymerisation erst nach dem Umwickeln des Bauteils mit dem Isolationsmaterial bei erhöhter Temperatur erfolgt. Hierfür wird das Isolationsmaterial zunächst imprägniert. Daraufhin zum Aktivieren der Polymerisation bestrahlt und im Anschluß daran um das Bauteil gewickelt. Die Polymerisation und Aushärtung erfolgt nach dem Umwickeln des Bauteils bei einer Temperatur von 50°C oder einer darüberliegenden Temperatur.

Ebenso kann das imprägnierte Isolationsmaterial auch beim Wickeln bestrahlt und die Imprägnierung gleichzeitig bei einem definierten Druck, der zur Formgebung auf das Isolationsmaterial ausgeübt wird, polymerisiert und ausgehärtet werden.

Das imprägnierte Isolationsmaterial kann andererseits auch zuerst vollständig um das zu isolierende Bauteil gewickelt werden. Die Polymerisation wird im Anschluß daran durch Bestrahlung des isolierten Bauteils aktiviert. Die Polymerisation und die Aushärtung laufen in Anschluß daran bei einer definierten Temperatur ab. Wird das Isolationsmaterial mit einer organisch modifizierten Keramik imprägniert, so kann die Polymerisation und Aushärtung beispielsweise ausschließlich mittels Wärmebehandlung bewirkt werden. Es besteht jedoch auch hierbei die Möglichkeit, die Polymerisation des organischen Anteils in dieser Keramik mittels der oben beschriebenen Strahlung zu aktivieren.

Weitere erfindungswesentliche Merkmale sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer schematischen Zeichnung erläutert.

Die einzige zur Beschreibung gehörige Figur zeigt ein stabförmiges Bauteil 10 mit einem rechteckigen Querschnitt. Dieses Bauteil 10 ist Bestandteil einer rotierenden elektrischen Maschine (hier nicht dargestellt). Das Bauteil 10 wird mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einer Isolation 1 versehen. Zur Ausbildung eines geeigneten Isolationsmaterials wird beispielsweise ein bandförmiges Trägermaterial 2 verwendet. Es können auch matten- oder folienförmige Trägermaterialien verwendet werden. Das verwendete Trägermaterial wird beispielsweise aus Glasgewebe, Aramidgewebe, Polyetheretherketon, Polyethylenterephthalat, Polyethylenaphthalat, Polysulfon oder Aramidgewebe gefertigt. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist das

Trägermaterial 2 als Glasgewebeband ausgebildet. Um Beschädigungen der Isolation 1 durch Teilentladungen von elektrischen Feldern zu mindern, weist das Trägermaterial 2 einen Belag 3 auf, der aus SiO_x , Al_2O_3 , Cr_2O_3 oder Glimmer bzw. einem Material mit ähnlichen Eigenschaften gebildet wird. X weist einen Wert von 2 oder kleiner auf. Der Belag 3 kann auf einer oder beiden Oberflächen des Trägermaterials 2 angeordnet sein. Dadurch wird ein Isolationsmaterial 5 gebildet, das um das Bauelement 10 gewickelt wird. Damit die Isolation 1 die erforderliche Festigkeit erhält, und dauerhaft mit dem Bauteil 10 verbunden bleibt, wird das Isolationsmaterial 5 vor dem Wickeln um das Bauteil 10 mit einer chemischen Verbindung imprägniert, die wenigstens einen organischen Bestandteil enthält. Vorzugsweise erfolgt die Imprägnierung des Isolationsmaterials 5 mit einem Harz, das einen Zusatz in Form eines Photoinitiators aufweisen kann. Als Harze eignen sich Epoxidharze in Form von Cycloaliphaten, Aromaten, Diglycidylethern oder Glycidylestern, bzw. Acrylate oder Urethane, Polyester, Silikone, ungesättigte Polyesterimide oder ungesättigte Polyesterharze. Das Imprägniermaterial 4 kann einen Zusatz an Photoinitiatoren von wenigstens 0,5 bis 10 Gew.% bezogen auf das Gesamtgewicht des Imprägniermaterials 4 enthalten. Vorzugsweise werden Photoinitiatoren in Form von Eisenhexafluorophosphat, Triarylsulfoniumsalz, Bisacylphosphinoxid, Benzyltrimethylaminobutanon, Benzildimethylketal, Methylmorpholinopropanon, Benzonether oder Benzophenon verwendet. Die Imprägnierung des Isolationsmaterials 5 kann andererseits auch mit einer organisch modifizierten Keramik erfolgen. Die Verfestigung des Isolationsmaterials 5 und seine Verbindung mit dem Bauteil 10 wird je nach Zusammensetzung der chemischen Verbindung 4 durch radikalische oder kationische Strahlungspolymerisation und Aushärtung der Imprägnierung 4 bewirkt. Die Polymerisation wird mit Hilfe von UV-Strahlung mit einer Wellenlänge zwischen 200 nm bis 500 nm aktiviert. Die Verwendung von Elektronenstrahlung in einem Bereich zwischen 150 keV bis 4,5 MeV ist ebenfalls möglich.

Das mit der chemischen Verbindung 4 imprägnierte Isolationsmaterial 5 wird zunächst bestrahlt und anschließend um das Bauteil 10 gewickelt. Die Polymerisation und Aushärtung der Imprägnierung 4 erfolgt anschließend bei Raumtemperatur. Dieses Verfahren ist durch die geeignete Wahl des Harzes und eines Zusatzes, der Kationen liefert, möglich. Vorzugsweise wird für diese Imprägnierung ein cycloaliphatisches Harz mit einem Zusatz in Form von Eisenhexafluorophosphat oder Triarylsulfoniumsalz verwendet. Die Menge des Zusatzes beträgt 0,5 bis 10 Gew.% bezogen auf die Gesamtmenge der verwendeten Imprägnierung 4.

Es besteht andererseits die Möglichkeit, die Polymerisation und Aushärtung auch bei erhöhter Temperatur durchzuführen. Hierfür wird das imprägnierte und bestrahlte Isolationsmaterial 5 zunächst um das Bauteil 10 gewickelt. Die Imprägnierung 4 erfolgt mit einem aromatischen oder cycloaliphatischen Epoxidharz, das einen Zusatz in Form von Eisenhexafluorophosphat oder Triarylsulfoniumsalz aufweist. Die Menge des Zusatzes beträgt 0,5 bis 10 Gew.% bezogen auf das Gesamtgewicht der verwendeten Imprägnierung 4. Die Polymerisation und Aushärtung erfolgt nach dem Wickeln bei einer Temperatur von 50°C oder mehr. Dabei kann die Isolation 1 gleichzeitig durch Pressen geformt werden. Ferner kann die Polymerisation und Aushärtung bei 50°C und mehr auch dadurch erreicht werden, daß das

imprägnierte und bestrahlte Isolationsmaterial 5 um das Bauteil 10 gewickelt wird, wobei das Bauteil 10 auf diese Temperatur erwärmt ist.

Das Verfahren läßt sich auch in der Weise durchführen, daß das Isolationsmaterial 5 zunächst imprägniert wird. Die Imprägnierung 4 besteht in diesem Fall aus einem cycloaliphatischen Epoxidharz mit wenigstens einem Zusatz von 0,5 bis 10 Gew.% Eisenhexafluorophosphat oder Triarylsulfoniumsalz. Andererseits können als strahlungshärtbare Harze auch Systeme wie Acrylate, Urethane, Polyester, Silikone oder deren Derivate verwendet werden. Diese sind um 0,5 bis 10 Gew.% an Benzonether, Bisacylphosphinoxid, Benzyltrimethylaminobutanon, Benzyltrimethylketal, Methylmorpholinopropanon oder Benzophenon bezogen auf das Gesamtgewicht der Imprägnierung 4 ergänzt. Das Isolationsmaterial 5 wird anschließend um das Bauteil 10 gewickelt und dabei bestrahlt. Mit Hilfe von Anpresswerkzeugen (hier nicht dargestellt) wird die Isolation 1 in eine definierte Form gebracht. Mit dieser Wahl der Imprägnierung 4 ist eine Polymerisation und Aushärtung während des Wickeln durch Strahlung möglich, wobei gleichzeitig die Formgebung mittels Druck bewirkt wird.

Bei einer anderen Ausführungsform des Verfahrens wird das Isolationsmaterial 5 zunächst mit der chemischen Verbindung 4 imprägniert und um das Bauteil 10 gewickelt. Die Imprägnierung 4 wird durch ein cycloaliphatisches oder aromatisches Epoxidharz mit wenigstens einem Zusatz in Form von Eisenhexafluorophosphat oder Triarylsulfoniumsalz gebildet. Der Anteil der Zusätze beträgt hierbei 1 bis 10 Gew.%. Die gesamte Isolation 1 wird dann bestrahlt. Im Anschluß daran wird die Imprägnierung bei Raumtemperatur oder einer höheren Temperatur polymerisiert und ausgehärtet.

Wie bereits oben erwähnt, kann das Isolationsmaterial auch mit einer organisch modifizierten Keramik imprägniert werden. In diesem Fall kann bei einer ausreichenden Teilchenentladungsbeständigkeit auf die Beläge 3 auf der Oberfläche des Trägermaterials 2 verzichtet werden. Die organisch modifizierte Keramik weist beispielsweise einen organischen Anteil auf, der durch Epoxid-, Acrylat- oder Vinylgruppen gebildet wird. Dieser organische Anteil und die Keramik geben der Isolation 1 nach der Aushärtung die erforderliche Festigkeit und gewährleisten eine dauerhafte Verbindung mit dem Bauteil 10. Die Aushärtung des Imprägniermaterials 4 kann, wie in den obenbeschriebenen Beispielen, durch Strahlungspolymerisation oder ausschließlich durch die Zufuhr von Wärme bewirkt werden.

Wie bereits eingangs erwähnt, wird das Trägermaterial 2 ein- oder beidseitig mit einem Belag 3 versehen, um eine Beschädigungen der Isolation 1 durch Teilentladungen zu mindern. Der Belag 3 besteht aus SiO_x , Al_2O_3 , Cr_2O_3 oder Glimmer bzw. einem Material mit ähnlichen Eigenschaften. Erfindungsgemäß besteht die Möglichkeit, diesen Belag 3 mit Hilfe dieser organisch modifizierte Keramik dauerhaft mit dem jeweiligen Trägermaterial zu verbinden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Isolation (1) für ein elektrisch leitendes Bauteil (10) mit einem Isolationsmaterial (5), das gegen Teilentladung geschützt ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Isolationsmaterial (5) mit einer chemischen Verbindung (4) imprägniert wird, die zur Verfestigung der Isola-

tion (1) und zur dauerhaften Verbindung derselben mit dem Bauteil (10) mittels Strahlungspolymerisation, Strahlungspolymerisation und der Zufuhr von Wärme oder ausschließlich thermisch ausgehärtet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die als Imprägnierungsmaterial dienende chemische Verbindung (4) wenigstens einen organischen Anteil aufweist, der zur Verfestigung der Isolation (1) und zur dauerhaften Verbindung derselben mit dem Bauteil (10) strahlungspolymerisiert und/oder durch die Zufuhr von Wärme ausgehärtet wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die chemischen Verbindung (4) durch eine radikalische oder kationische Strahlungspolymerisation ausgehärtet wird, daß die chemische Verbindung (4) mit einem Zusatz in Form von Eisenhexafluorophosphat oder Triarylsulfoniumsalz für eine kationische Strahlungspolymerisation oder mit einem Zusatz in Form von Bisacylphosphinoxid, Benzyl dimethylaminobutanon, Benzyl dimethylketal, Methylmorpholinopropanon, Benzoinether oder Benzophenon für eine radikalische Strahlungspolymerisation versehen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung der Isolation (1) Trägermaterial (2) in Form von Bändern, Folien oder Matten verwendet wird, die aus Glasgewebe, Polyetheretherketon, Polyethylen-terephthalat, Polyethylen-naphthalat, Polysulfon oder Aramidgewebe gefertigt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial (2) zur Ausbildung des Isolationsmaterials (5) und zur Minderung einer Schädigung durch Teilentladungen ein- oder beidseitig mit einem Belag (3) aus Glimmer, SiO_x , Al_2O_3 oder Cr_2O_3 versehen wird, und x einen Wert von 2 oder kleiner aufweist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Isolationsmaterial (5) mit einer chemischen Verbindung (4) imprägniert wird, die wenigstens ein Harz in Form von Cycloaliphaten, aromatischen Epoxiden, Diglycidylethern oder Glycidylethern, bzw. Acrylate oder Urethane, Polyester, Silikone, ungesättigte Polyesterimide oder ungesättigte Polyesterharze enthält, das durch radikalische oder kationische Strahlungspolymerisation ausgehärtet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungspolymerisation der chemischen Verbindung (4) durch Bestrahlung mit UV-Strahlung mit einer Wellenlänge von 200 bis 500 nm oder Elektronenstrahlung im Bereich von 150 keV bis 4,5 MeV aktiviert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Isolationsmaterial (5) mit einer chemischen Verbindung in Form eines cycloaliphatischen Harzes mit einem Zusatz von 0,5 Gew% bis 10 Gew% bezogen auf das Gesamtgewicht des Imprägniermaterials (4) an Eisenhexafluorophosphat oder Triarylsulfoniumsalz imprägniert, bestrahlt, um das Bauteil (10) gewickelt und bei Raumtemperatur ausgehärtet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Isolationsmaterial (5) mit einem aromatischen oder cycloaliphatischen Epoxidharz (4) imprägniert wird, das einen

Zusatz von 0,5 Gew% bis 10 Gew% bezogen auf das Gesamtgewicht des Imprägniermaterials (4) an Eisenhexafluorophosphat oder Triarylsulfoniumsalz aufweist, bestrahlt, um das Bauteil (10) gewickelt und anschließend bei einer Temperatur von 50°C oder oberhalb davon polymerisiert und ausgehärtet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Isolationsmaterial (5) mit einer chemischen Verbindung in Form eines strahlungshärtbaren Harzes mit wenigstens einem Zusatz imprägniert, um das Bauteil (10) gewickelt, dabei bestrahlt und die Imprägnierung (4) polymerisiert und ausgehärtet und gleichzeitig die Formgebung der Isolation (1) mittels Druck bewirkt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß als strahlungshärtbares Harz ein cycloaliphatisches oder aromatisches Epoxidharz mit einem Zusatz von 0,5 Gew% bis 10 Gew% an Eisenhexafluorophosphat oder Triarylsulfoniumsalz bezogen auf das Gesamtgewicht der Imprägnierung (4) verwendet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß als strahlungshärtbares Harz ein Acrylat, ein Urethan, ein Polyester, ein Silikon oder ein Derivat hiervon, das einen Zusatz von 0,5 bis 10 Gew% Bisacylphosphinoxid, Benzyl dimethylaminobutanon, Benzyl dimethylketal, Methylmorpholinopropanon, Benzoinether oder Benzophenon bezogen auf das Gesamtgewicht der Imprägnierung (4) aufweist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Isolationsmaterial (5) mit einer chemischen Verbindung (4) in Form eines aromatischen oder cycloaliphatischen Epoxidharzes imprägniert wird, das einen Zusatz zwischen 1 und 10 Gew% an Eisenhexafluorophosphat oder Triarylsulfoniumsalz aufweist, daß das Isolationsmaterial (5) um das Bauteil (10) gewickelt und anschließend die gesamte Isolierung (1) zur Aktivierung der Polymerisation bestrahlt wird, und daß die Imprägnierung (4) daraufhin bei Raumtemperatur oder einer erhöhten Temperatur polymerisiert und ausgehärtet wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial (2) zur Verfestigung und zur dauerhaften Verbindung mit dem zu isolierenden Bauteil (10) mit einer organisch modifizierten Keramik imprägniert wird, die als organischen Bestandteil Epoxid-, Acrylat- oder Vinylgruppen aufweist, und daß das imprägnierte Trägermaterial (2) um das Bauteil (10) gewickelt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Polymerisation des organischen Anteils der organisch modifizierten Keramik vor, während oder nach dem Umwickeln des Bauteils (10) durch Bestrahlen mit UV-Strahlung oder Elektronenstrahlung aktiviert wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der organische Anteil der organisch modifizierten Keramik nach dem Umwickeln des Bauteils (10) durch die Zufuhr von Wärme polymerisiert und ausgehärtet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

